

Agrotechnological Research Institute (ATO-DLO)
P.O. Box 17, 6700 AA Wageningen, The Netherlands

**Instituut voor
Agrotechnologisch
Onderzoek
ATO-DLO**
Bornsesteeg 59
Postbus 17
6700 AA Wageningen



Ontwikkeling MA-doos Witlof


**Bepaling van de beste doos en
houdbaarheidsverlenging in de “keten”**

Rapportnummer 410

Gérard van den Boogaard
Arco Berkenbosch

VERTROUWELIJK

April 1999



ato-dlo



Ontwikkeling MA-doos witlof.

Bepaling van de beste doos en houdbaarheidsverlenging in de “keten”.

CONFIDENTIAL

**Agrotechnological
Research Institute
(ATO-DLO)**

Bornsesteeg 59
P.O. box 17

3700 AA Wageningen

Tel: (31)317-475000

Fax: (31)317-475347

April 1999

Gérard van den Boogaard
Arco Berkenbosch

2250971

Inhoudsopgave.

- 1. **Samenvatting.** 3
- 2. **Inleiding.** 4
 - 2.1. Doel van het onderzoek. 4
- 3. **Experiment 1: Selectie van de geschikte MA doos.**..... 5
 - 3.1. Inleiding. 5
 - 3.2. Materiaal en methode..... 5
 - 3.3. Resultaten. 6
 - 3.4. Conclusies. 7
- 4. **Experiment 2: Witlof in diverse verpakkingen in de “praktijk”**..... 8
 - 4.1. Inleiding. 8
 - 4.2. Materiaal en Methode..... 8
 - 4.3. Resultaten. 9
 - 4.4. Conclusies. 14
- 5. **Conclusies**..... 15
- 6. **Bijlagen.**..... 16
- 7. **Opmerkingen Kappa**..... 19

1. Samenvatting.

Doel van het uitgevoerde onderzoek was om inzichtelijk te maken welk kwaliteitsvoordeel behaald kan worden met een nieuwe MA-doos voor witlof ten opzichte van de huidige standaard verpakking. Om een goed onderbouwde uitspraak te kunnen doen was het onderzoek opgesplitst in twee gedeelten. In het eerste deel werden d.m.v. een quick scan twee mogelijke MA dozen voor witlof geselecteerd uit het portfolio van beschikbare MA verpakkingen. In het tweede gedeelte werd de MA-doos onder “praktische” omstandigheden vergeleken met de huidige standaard verpakking (inclusief de kratzak verpakking die op dit moment al door de Greenery in de praktijk wordt gebruikt).

Naar aanleiding van de resultaten van beide experimenten kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- De witlof in beide experimenten was erg gevoelig voor rot aantastingen.
- Met een goede MA doos kan de houdbaarheid van witlof aanzienlijk worden verlengd.
- De MA-verpakkingen koelen langzamer af dan de standaard bodem deksel doos.
- In de MA-doos is de CO₂ concentratie gunstiger dan in de kratzak.
- De kratzak heeft weinig tot geen toegevoegde waarde wat betreft houdbaarheid.
- In onderstaande tabel worden de verschillen in houdbaarheid weergegeven

Verpakking	12 °C	4 °C
Bodem dekseldoos	8 dagen	9 dagen
Bodem dekseldoos met dicht gevouwen kratzak	8 dagen	12 dagen
MA-doos	12 dagen	20 dagen

2. Inleiding.

De kwaliteitseisen die aan verse witlof gesteld worden, worden steeds hoger. Om een houdbaarheid en kwaliteit te garanderen die voldoet aan de eisen die gesteld worden vanuit de distributie en de consument, worden diverse maatregelen genomen om de kwaliteitsachteruitgang van de witlof te beperken. Een te snelle kwaliteitsachteruitgang leidt immers tot een te lage kwaliteit in de exportmarkt (en dus tot financiële verliezen, 6 % productverlies is niet ongewoon). Eén van de belangrijkste maatregelen ter bescherming van het product is een goede verpakking.

Bij het verpakken van groenten en fruit maakt men gebruik van zogenaamde Modified Atmosphere verpakkingen. Deze, qua betekenis sterk toegenomen, verpakkingsvorm verenigt de meeste relevante technische- en marketingaspecten in zich. In MA-verpakkingen wordt de ademhaling en de vochtafgifte van het product gebruikt om de kwaliteitsachteruitgang te remmen en daardoor de houdbaarheid te verlengen. Door gebruik te maken van speciale verpakkingsmaterialen en – constructies met een bepaalde doorlaatbaarheid voor de ademhalingsgassen wordt dat effect bereikt. De mogelijkheden van Modified Atmosphere (MA) verpakkingen om de kwaliteit van witlof langer te behouden zijn bekend. Voor consumentenverpakkingen wordt deze techniek al toegepast.

The Greenery International wil de concurrentie positie van Nederlandse witlof op de exportmarkten versterken. De MA technologie kan hierbij een belangrijke ondersteuning zijn. Behalve kwaliteitsverbetering, geeft de door de MA technologie geboden langere houdbaarheid meer logistieke flexibiliteit wat tot een efficiëntere marktbenadering kan leiden. Recent is door Kappa packaging in samenwerking met ATO-DLO een hele portfolio aan MA transportverpakkingen ontwikkeld. Met behulp van deze recent ontwikkelde recyclebare MA-doos is het mogelijk een betere kwaliteit product op de eind bestemming te leveren.

Om de te behalen kwaliteitswinst in de nieuwe MA verpakking voor witlof te bepalen werden twee experimenten uitgevoerd.

Experiment 1: In het eerste experiment werd het juiste ontwerp voor de MA-doos voor witlof geselecteerd uit de portfolio van beschikbare MA verpakkingen.

Experiment 2: In het tweede experiment werd het kwaliteitsvoordeel van deze MA-doos onderzocht ten opzichte van de standaard doos onder “praktische” omstandigheden.

2.1. Doel van het onderzoek.

Doel van het uitgevoerde onderzoek was om inzichtelijk te maken welk kwaliteitsvoordeel behaald kan worden met een nieuwe MA-doos voor witlof ten opzichte van de standaard verpakking. Met andere woorden, in welke mate kan de nieuw ontwikkelde MA transportverpakking The Greenery ondersteunen in het versterken van de concurrentie positie van de Nederlandse witlof op de exportmarkten.

3. Experiment 1: Selectie van de geschikte MA doos.

3.1. Inleiding.

De gewenste eigenschappen van de MA-doos voor witlof kunnen worden berekend met het door ATO-DLO ontwikkelde MA simulatie model. Met behulp van het simulatiemodel zijn twee typen MA-dozen geselecteerd. Vervolgens werden deze dozen door KAPPA Packaging geproduceerd. In de experimenten zijn deze verpakkingen vergeleken met de kratzak verpakking die op dit moment al door de Greenery in de praktijk wordt gebruikt. Aan de hand van deze test kunnen de precieze eigenschappen van de MA-doos worden bepaald. Ook is het mogelijk uitspraken te doen over de effecten van de MA-doos in vergelijking met de kratzak.

3.2. Materiaal en methode.

Verpakkingen.

De volgende verpakkingsvarianten zijn getest:

1. Massief kartonnen MA-doos type I, 10 kg per verpakking,
2. Massief kartonnen MA-doos type II, 10 kg per verpakking,
3. Massief kartonnen Bodem deksel doos met dicht gesealde kratzak, 5 kg per verpakking,
4. Massief kartonnen Bodem deksel doos met dicht gevouwen kratzak, 5 kg per verpakking (de toegepaste techniek in de praktijk).

De verpakkingen type I en type II hadden een verschillende doorlaatbaarheid voor de ademhalingsgassen van witlof. Om productietechnische redenen en de gewenste snelle doorlooptijd is in dit project voor een 10 kg witlof MA verpakking gekozen. De MA verpakking kan op termijn in ieder gewenst formaat geleverd worden.

Bewaarcondities en product.

Uit interviews van Kappa Packaging met diverse partijen uit de witlof keten bleek dat een temperatuur tussen 6 °C en 12 °C tijdens de afzet gerealiseerd wordt. Omdat de verpakkingen bij deze temperaturen moeten functioneren is 12 °C als hoogste opslag temperatuur gekozen ("worst case" benadering). De optimale opslag temperatuur voor witlof is 4 °C. Bij deze temperatuur wordt de optimaal haalbare situatie nabootst. De verpakte witlof werd bij een constante temperatuur en relatieve luchtvochtigheid bewaard nl; 4 °C, 95 % rv. en 12 °C, 85 % rv. Temperatuur wisseling tussen 6 °C en 12 °C, zoals die in de praktijk voorkomen, hebben een effect op de houdbaarheid. We hebben in deze test dus de "best case" en de "worst case" meegenomen met betrekking tot de houdbaarheid.

De dozen zijn los van elkaar in de opslagruimte geplaatst om er zeker van te zijn dat de temperatuur in alle verpakkingen gelijk was. De witlof werd betrokken van veiling WFO. Het betrof witlof van de kwaliteit Super van één teler en van één oogst moment. Het product was verpakt in een bodem deksel doos met dicht gevouwen kratzak. Het product werd 's ochtends gehaald en die zelfde dag nog omgepakt in de hierboven omschreven verpakkingsvarianten. Om bij alle verpakkingen gelijke maar minimale handeling schade te krijgen werd het product met behulp van de kratzak overgezet in de nieuwe verpakking.

Metingen.

Tijdens de bewaarperiode werd regelmatig de gasamenstelling in de verpakking gemeten. Dit gebeurde met een Chrompack micro GC CP 2002 met automatische monsternamen, injectie en calibratie. Verder is de kwaliteit van de witlof drie maal beoordeeld bij iedere temperatuur. Bij 12 °C was dit na 7, 14 en 17 dagen bewaring. Bij 4° C waren de momenten van beoordeling na 14, 20 en 27 dagen bewaring. Per beoordelingsmoment werd een steekproef van 3 verpakkingen per variant genomen. Uit deze geselecteerde dozen werd een aselechte steekproef van 25 kroppen genomen voor de volgende metingen:

Aan de hele krop:

- Mate van verkleuring van het snijvlak,
- Mate van aantasting door rand,

Na halvering in de lengte:

- Mate van roodverkleuring van de krop,
- Mate van pitgroei.

Per doos:

- Het aantal kroppen per 5 kg dat was aangetast door rot.

Bij alle bovengenoemde kwaliteitskenmerken werd voor het betreffende kwaliteitskenmerk per krop een score toegekend. Deze score varieert tussen 0 en 5 waarbij een 0 staat voor geen verkleuringen, aantasting of groei. Een 5 betekend een ernstige verkleuringen, aantastingen of groei. Een score 2 is in alle gevallen nog juist acceptabel. Aan de hand van het gewogen gemiddelde van de totale steekproef werd de score per doos bepaald.

Voor alle kwaliteitskenmerken geldt dat boven de grens van 2 de witlof niet meer verkoopbaar is. Al deze kwaliteitskenmerken worden samengevat in de term houdbaarheid. De houdbaarheid is gedefinieerd als het aantal dagen voordat het eerste kwaliteitskenmerk de gestelde verkoopgrens passeert.

3.3. Resultaten.

Van de gevonden resultaten worden alleen de meest relevante weergegeven: gasconcentratie en houdbaarheid. Het totale overzicht van alle kwaliteitskenmerken zijn te vinden in de bijlagen

Gasconcentraties.

De gemeten gasconcentraties staan weergegeven in Tabel 1. De lagere bewaar temperatuur heeft duidelijk minder veranderde gasconcentraties in de verpakking tot gevolg in vergelijking met de hoge opslag temperatuur. Uit deze tabel blijkt verder een verschil tussen de MA-dozen en de kratzakken. In vergelijking met de kratzak verpakking was de CO₂ concentratie in de MA-doos hoger bij een vergelijkbare O₂ concentratie. Verder moet worden opgemerkt dat de gasconcentraties in de verpakkingen; MA-doos type I en de dicht gesealde kratzak, vooral voor wat betreft O₂ het minimum toelaatbare niveau hebben. Ook blijkt duidelijk dat in de dicht gevouwen kratzak de gassenstelling het minst gewijzigd is ten opzicht van de atmosferische condities.

Verpakking	12 °C		4 °C	
	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂
MA-doos type I	6,4	14,1	15,1	6,6
MA-doos type II	13,0	9,4	18,0	4,5
Bodem dekseldoos met dicht gesealde kratzak	5,8	6,8	14,7	4,1
Bodem dekseldoos met dicht gevouwen kratzak	15,2	5,0	18,7	2,6

Tabel 1. Gassenstelling in de verpakking bij 12 °C en 4 °C (Kleinste significante verschil O₂ 2,1 %, Kleinste significante verschil CO₂ 1,3 %).

Kwaliteit.

Zoals bekend is de kwaliteit van het witlof dit seizoen door de natte en koude teeltcondities van de pennen minder dan andere jaren. De absoluut gevonden effecten van de diverse bewaartemperaturen en verpakkingen zijn minder dan andere jaren, relatief zijn de effecten echter wel met elkaar vergelijkbaar.

De gevonden houdbaarheid van het witlof is weergegeven in Tabel 2. Uit deze tabel blijkt het duidelijke effect van een lage bewaartemperatuur op de houdbaarheid. Bij 12 °C is er geen verschil in houdbaarheid van de witlof verpakt in de MA-doos type I en de dicht gesealde kratzak. Beide verpakkingen hebben een erg gunstige O₂ concentratie, de hogere CO₂ concentratie in de MA-doos heeft (bij deze gunstige O₂ concentratie) geen additioneel effect op de houdbaarheid. De MA doos type II is beter dan de dichtgevouwen kratzak voor wat betreft de houdbaarheid van de witlof.

Verpakking	12 °C	4 °C
MA-doos type I	14,5 dagen	24,5 dagen
MA-doos type II	11,5 dagen	20 dagen
Bodem dekseldoos met dicht gesealde kratzak	14,5 dagen	20 dagen
Bodem dekseldoos met dicht gevouwen kratzak	8 dagen	7 dagen

Tabel 2. Houdbaarheid van witlof bewaart bij 12 °C en 4 °C in verschillende verpakkingen (Kleinste significante verschil 2 dagen).

Bij 4 °C is de houdbaarheid van het witlof verpakt in MA-doos type I beter dan die van witlof verpakt in de dicht gesealde kratzak, de hogere CO₂ concentratie in de MA-doos heeft nu wel een extra voordeel omdat de O₂ concentratie hoger is. De houdbaarheid van het witlof verpakt in de MA doos type II is vergelijkbaar met die van het witlof verpakt in de dicht gesealde kratzak. De CO₂ concentratie in deze verpakkingen zijn dan ook van een vergelijkbaar niveau. Het witlof verpakt in de dicht gevouwen krat zak heeft de kortste houdbaarheid.

3.4. Conclusies.

Naar aanleiding van de resultaten van het hierboven beschreven experiment kunnen we het volgende concluderen:

- Met een goede MA verpakking kan de houdbaarheid van witlof aanzienlijk worden verlengd.
- In de MA-doos is de CO₂ concentratie hoger dan in de kratzak, wat gunstig is voor de houdbaarheid.
- MA-doos type I en de dicht gesealde kratzak hebben bij 12 °C een lage maar nog toelaatbare O₂ concentratie.
- De dicht gevouwen kratzak heeft het minste effect op de houdbaarheid van de witlof,
- Voor de pallet proeven in experiment 2 moet de MA-doos voor wat betreft MA eigenschappen tussen type I en type II zitten.

4. Experiment 2: Witlof in diverse verpakkingen in de “praktijk”.

4.1. Inleiding.

Naar aanleiding van de resultaten in het eerste experiment is de MA-doos aangepast. Deze aangepaste MA-doos levert MA condities op die tussen die van MA-doos type I en type II zullen liggen. Het doel van dit experiment is het verschil in houdbaarheid van witlof bewaard in de MA-doos ten opzichte van twee “praktijk” verpakkingen in kaart te brengen onder condities die in de praktijk voorkomen.

4.2. Materiaal en Methode.

Aleen afwijkingen van deze proefopzet ten opzichte van het eerste experiment zullen worden beschreven.

Verpakkingen.

In dit experiment zijn drie verschillende verpakkingen vergeleken:

1. Standaard bodem deksel verpakking, 5 kg witlof per verpakking,
2. Standaard bodem deksel verpakking met dicht gevouwen kratzak, 5 kg per verpakking,
3. MA-doos, 10 kg per verpakking.

De standaard bodem deksel verpakking wordt als referentie gebruikt om het effect van de andere twee verpakkingen op de houdbaarheid van de witlof duidelijk te maken.

Bewaarcondities en product.

In tegenstelling tot het eerst experiment zijn de onderzochte verpakkingen in een pallet stapeling opgeslagen. Bij beide opslag temperaturen is een pallet stapel gebouwd van de dozen die in de test werden gebruikt. Om de pallet een realistische omvang te geven is deze stapel aangevuld met dozen witlof tot een hoogte van 7 lagen. De witlof had bij aanvang van het experiment een temperatuur van ± 12 °C. Bij de opslag bij 4 °C werd het product terug gekoeld zonder gebruik van luchtforcering door of langs de pallet.

Metingen.

Het verloop van de temperatuur in de verpakkingen is gemeten. Hiervoor is een Fluke data logger gebruikt met 35 termokoppels. Bij de opslag bij 12 °C is voor ieder type in 4 dozen het temperatuurverloop tijdens de bewaring gemeten plus op 4 plaatsen in de koelcel. Bij de bewaring bij 4 °C is in 5 dozen per verpakkingstype het temperatuurverloop tijdens de bewaring gemeten plus op 4 plaatsen in de koelcel.

Aan de hand van de gemeten temperatuur verlopen zijn de volgende parameters bepaald:

- **Halfwaardetijd** $t_{1/2}$ in uren. De halfwaardetijd is de tijd die nodig is om de helft van het temperatuur verschil tussen begintemperatuur en omgevingstemperatuur te overbruggen. De temperatuur in de verpakking kan omschreven worden als:

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit rapport mag worden gekopieerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

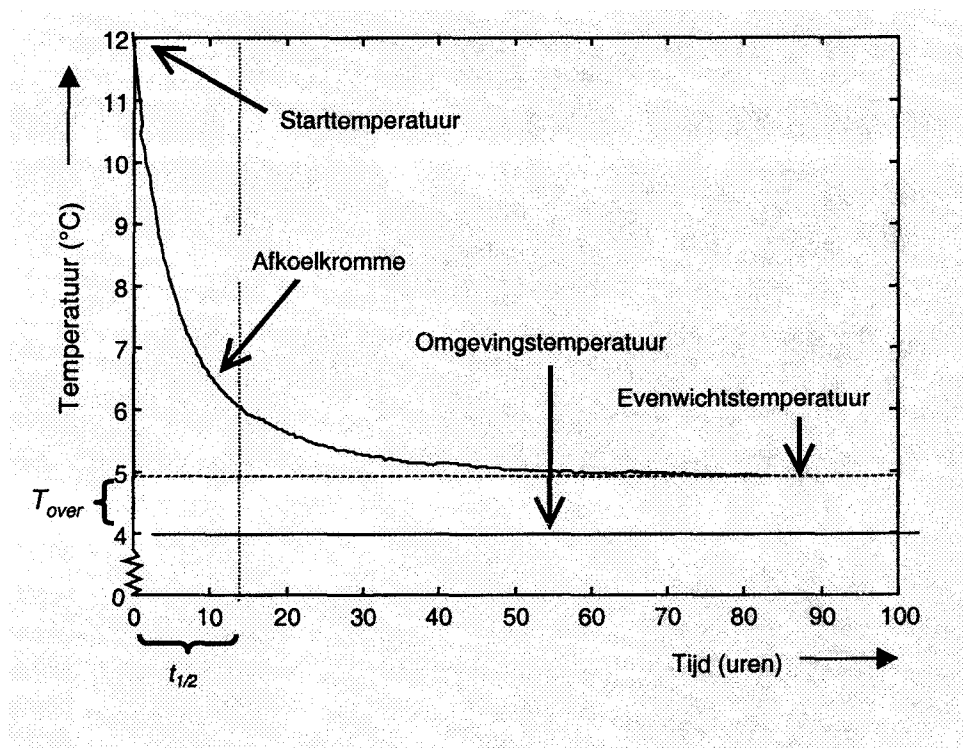
$$T_{\text{verp}}(t) = T_{\text{verp}}(0) - T_{\text{ref}} + T_{\text{ref}} \cdot e^{-\frac{t}{C}}$$

met T de temperatuur (in ° Celsius), t de tijd (in uren), T_{ref} en C constanten. De halfwaardetijd is dan gelijk aan $t_{1/2} = C \ln(2)$.

- **Overtemperatuur** T_{over} in ° Celsius. De overtemperatuur is het temperatuur verschil tussen de omgeving en de temperatuur in de doos na het bereiken van een constante temperatuur

$$T_{\text{over}} = T_{\text{verp}}(\infty) - T_{\text{omgeving}}(\infty)$$

Een en ander staat weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1. Temperatuurverloop tijdens het afkoelen van een MA transportverpakking

De witlof is bij de 12 °C bewaring na 4, 7 en 11 dagen bewaring vanuit de koelcel uitgesteld bij 18 °C met 12 uur licht per 24 uur. Na 24 uur uitstellen bij deze condities is de kwaliteit van het witlof beoordeeld. Bij de 4 °C bewaring is deze procedure uitgevoerd na 7, 13 en 19 dagen bewaring. De gasconcentratie zijn gemeten na 1, 4 en 7 dagen bewaring bij beide temperaturen.

4.3. Resultaten.

Van de gevonden resultaten worden alleen de meest relevante weergegeven, halfwaardetijd, overtemperatuur, gasconcentratie, aantasting door rot en de houdbaarheid. Het totale overzicht van alle kwaliteitskenmerken is te vinden in de bijlagen

Temperatuur.

De bepaalde halfwaardetijden en overtemperaturen voor de verschillende verpakkingen staan in Tabel 3.

Opslag temperatuur	Verpakking	Halfwaarde- tijd	Over- temperatuur
12 °C	Bodem deksel verpakking	nvt*	0,3 °C
	Bodem deksel verpakking met dicht gevouwen kratzak	nvt	1,7 °C
	MA-doos	nvt	1,3 °C
4 °C	Bodem deksel verpakking	32,2 uur	0,1 °C
	Bodem deksel verpakking met dicht gevouwen kratzak	54,7 uur	0,6 °C
	MA-doos	42,2 uur	0,6 °C

Nvt. Dit witlof is niet afgekoeld, er kan dus ook geen halfwaardetijd worden bepaald.

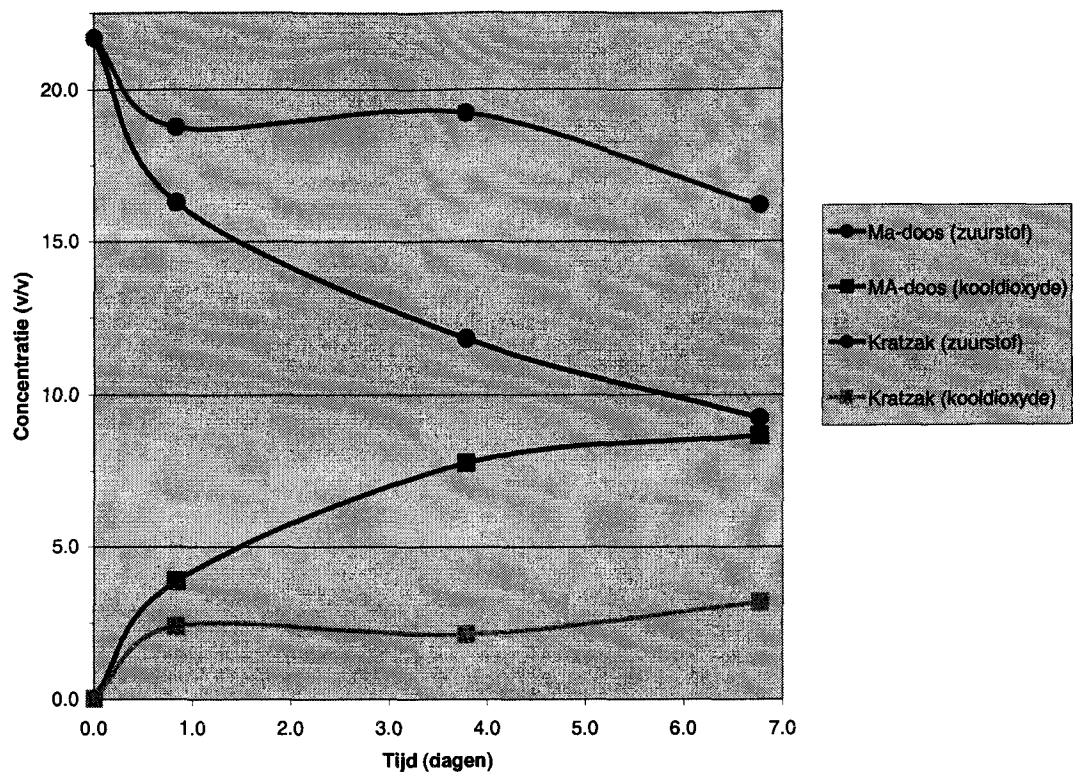
Tabel 3. Halfwaardetijden en overtemperaturen van de verschillende verpakkingen (Kleinste significante verschil Halfwaardetijd 20 uur, Kleinste significante verschil overtemperatuur 0,8 °C).

Uit Tabel 3 blijkt dat in alle verpakkingen de temperatuur in de verpakking hoger is dan in de koelcel. In de MA-verpakkingen is de overtemperatuur echter hoger dan in de standaard verpakking. Dit is naar verwachting gezien het ontbreken van luchtcirculatie in dit type verpakkingen. Het ontbreken van luchtcirculatie heeft ook effect op de halfwaardetijd. In welke mate beide effecten nadelige gevolgen hebben blijkt uit de paragraaf Kwaliteit van dit hoofdstuk. In deze paragraaf worden de verschillen in houdbaarheid van witlof uit de drie verpakkingen beschreven.

Gasconcentraties.

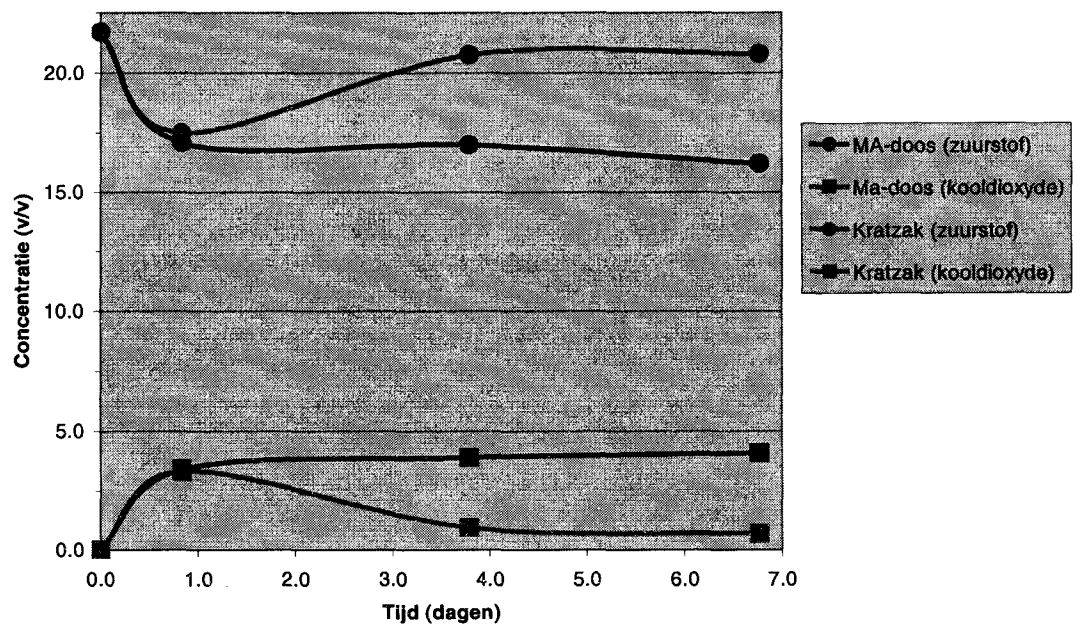
Het verloop van de gasconcentraties in de verpakkingen is weergegeven in Figuur 2 en Figuur 3. Uit deze figuren blijkt dat de O₂ concentratie in de MA-doos lager en de CO₂ concentratie hoger is dan in de kratzak verpakking. Ook valt op dat de condities in de aangepaste MA-doos nu tussen die van type I en type II uit Experiment 1 liggen. Deze gebruikte MA-doos zal naar aanleiding van de MA-condities geen afwijkingen geven mits de temperatuur binnen de gestelde grenzen blijft (tussen 4 °C en 12°C).

Het verder afnemen van de O₂ concentratie en het toenemen van de CO₂ concentratie in de dichtgevouwen kratzak na 5 dagen bewaring werd waarschijnlijk veroorzaakt door de rot aantasting (microbiële activiteit).



Figuur 2. Gasconcentratie verloop bij 12 °C in de MA-verpakkingen.

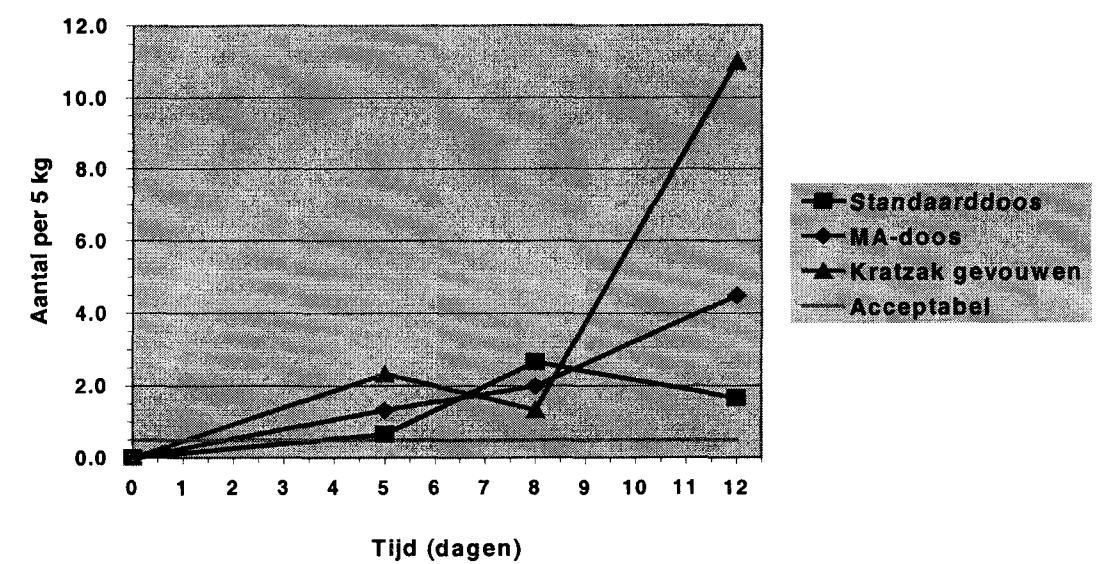
Ook bij 4 °C zijn de MA-condities in de MA-doos nog voldoende om een effect op de houdbaarheid te verwachten. De dichtgevouwen kratzak heeft echter bijna geen effect meer op de gasconcentraties in de verpakking. Een positief effect op de houdbaarheid van deze MA-condities wordt dan ook nauwelijks verwacht.



Figuur 3. Gasconcentratie verloop bij 4 °C in de MA-verpakkingen.

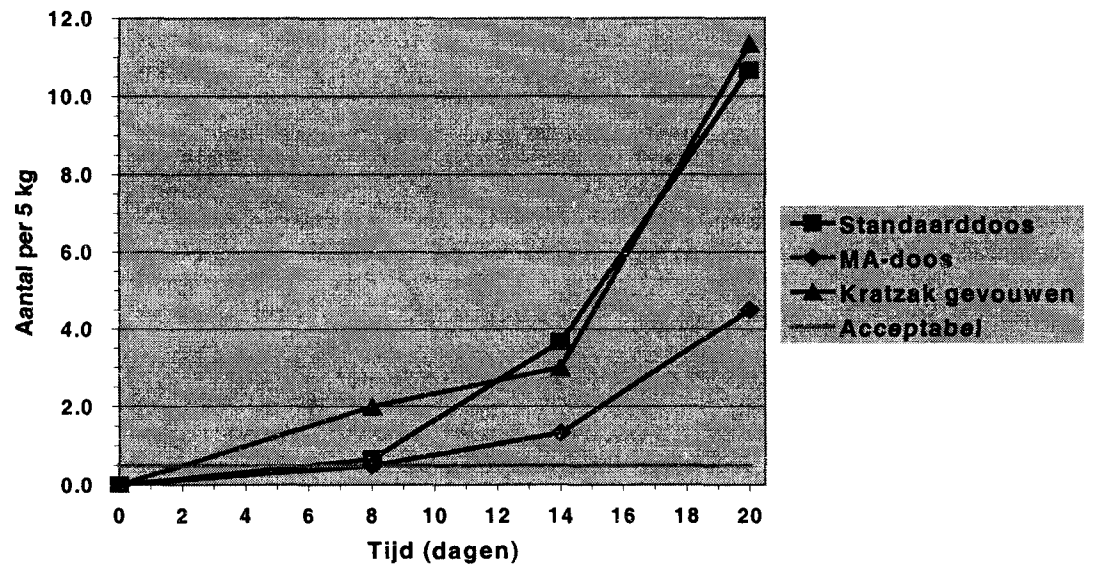
Kwaliteit.

De aantasting door rot had een zeer sterke en niet realistisch effect op de houdbaarheid. Om deze reden zal dit kwaliteitsaspect apart worden besproken en in de totale houdbaarheid buiten beschouwing worden gelaten.



Figuur 4. Verloop van rot aantasting bij witlof bewaard in verschillende verpakkingen en bewaard bij 12 °C

Het verloop van de rotaantasting is weergegeven in Figuur 4 en Figuur 5. Uit deze figuren blijkt dat de MA-doos geen of een remmend effect op de rot ontwikkeling heeft t.o.v. de bodemdeksel verpakking. De bodem deksel verpakking met dichtgevouwen kratzak had de meeste rot tot gevolg. De combinatie van zeer vochtige condities en het ontbreken van voldoende hoge CO₂ concentratie gaf optimale omstandigheden voor rot ontwikkelingen. In de MA-doos waren ook vochtige condities echter door de aanwezigheid van CO₂ werd de ontwikkeling van micro organismen geremd. Dit totaal leidt tot vergelijkbare of betere resultaten dan de standaard bodem deksel doos.



Figuur 5. Verloop van de rot aantasting bij witlof bewaard in verschillende verpakkingen en bewaard bij 12 °C

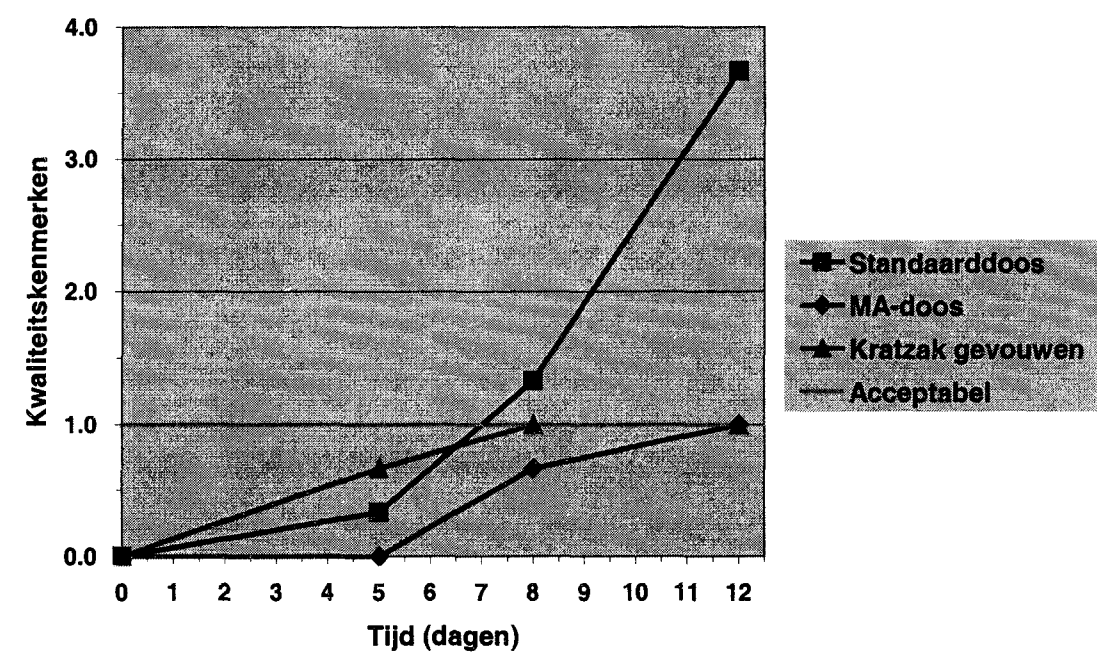
De gevonden houdbaarheid van het witlof is weergegeven in Tabel 4. Uit deze tabel blijkt het duidelijke effect van een lage bewaar temperatuur op de houdbaarheid. Bij 12 °C is er geen verschil in houdbaarheid van de witlof verpakt in de dicht gevouwen kratzak en de standaard bodem deksel verpakking. De MA-doos laat wel een duidelijk verlenging van de houdbaarheid zien.

Verpakking	12 °C	4 °C
Bodem dekseldoos	8 dagen	9 dagen
Bodem dekseldoos met dicht gevouwen kratzak	8 dagen	12 dagen
MA-doos	12 dagen	20 dagen

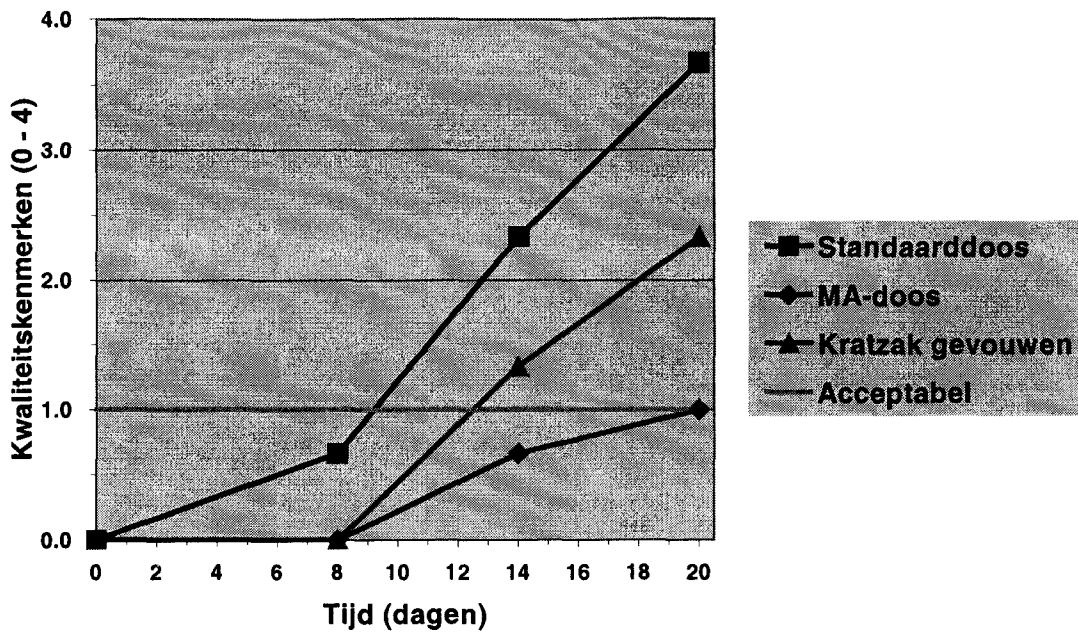
Tabel 4. Houdbaarheid van witlof bewaard bij 12 °C en 4 °C in verschillende verpakkingen (exclusief rot). Kleinste significante verschil is 2,6 dagen

Bij 4 °C is de houdbaarheid van het witlof verpakt in de dicht gevouwen kratzak beter dan de houdbaarheid van het witlof verpakt en bewaard in de standaard bodem deksel verpakking. De houdbaarheid van de witlof verpakt in MA-doos is beter dan die van witlof verpakt in de dicht gevouwen kratzak.

Het verloop van de houdbaarheid staat weergegeven in Figuur 6 en Figuur 7. In deze figuren staat het aantal kwaliteitsaspecten waarop de witlof wordt afgekeurd uitgezet tegen de tijd. Wanneer deze waarde 1 of groter wordt is de witlof niet meer acceptabel van kwaliteit voor verkoop.



Figuur 6. Houdbaarheid van witlof bewaard in verschillende verpakkingen bewaard 12 °C,



Figuur 7. Houdbaarheid van witlof bewaard in verschillende verpakkingen bewaard 4 °C

4.4. Conclusies.

Uit de resultaten van het tweede experiment kunnen de volgende conclusies worden getrokken.

- De MA verpakking geeft bij beide opslag temperaturen de beste houdbaarheid van de witlof.
- De MA-verpakkingen koelen langzamer af dan de standaard bodem deksel doos.
- Het witlof verpakt in de MA-doos heeft ondanks de langzamere afkoeling toch een betere houdbaarheid dan de snel afgekoelde witlof verpakt in de standaard bodem deksel verpakking.
- De kratzak heeft weinig tot geen toegevoegde waarde wat betreft houdbaarheid.
- De kratzak kan extra rot tot gevolg hebben t.o.v. de standaard bodem deksel verpakking.
- De witlof was erg gevoelig voor rot aantastingen.
- De gewenste, verwachte MA-condities in de MA-doos werden gerealiseerd.

5. Conclusies.

Naar aanleiding van de resultaten van beide experimenten kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Met een goede MA doos kan de houdbaarheid van witlof aanzienlijk worden verlengd.
- In de MA-doos is de CO₂ concentratie hoger dan in de kratzak wat gunstig is voor de houdbaarheid.
- De dicht gevouwen kratzak heeft het minste effect op de houdbaarheid van het witlof.
- De MA-verpakkingen koelen langzamer af dan de standaard bodem deksel doos.
- De kratzak heeft weinig tot geen toegevoegde waarde wat betreft houdbaarheid.
- De kratzak kan extra rot tot gevolg hebben t.o.v. de standaard bodem deksel verpakking.
- De witlof was erg gevoelig voor rot aantastingen.

6. Bijlagen.

Resultaten van het eerste experiment.

Verpakking	12 °C			4 °C		
	7 dagen	14 dagen	17 dagen	14 dagen	20 dagen	27 dagen
MA-doos type I	0.1	0.7	0.4	0.2	0.2	0.6
MA-doos type II	0.1	0.3	0.2	0.2	0.1	0.3
Bodem dekseldoos met dicht gesealde kratzak	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.6
Bodem dekseldoos met dicht gevouwen kratzak	0.1	0.3	0.1	0.5	0.6	0.6

Tabel A. Kwaliteitsaspect rand van witlof bewaart bij 12 °C en 4 °C in verschillende verpakkingen. Het kleinste significante verschil is 0,4.

Verpakking	12 °C			4 °C		
	7 dagen	14 dagen	17 dagen	14 dagen	20 dagen	27 dagen
MA-doos type I	1.8	1.9	2.0	1.7	1.8	1.9
MA-doos type II	1.9	1.7	2.1	1.8	2.1	1.8
Bodem dekseldoos met dicht gesealde kratzak	1.8	1.6	1.8	1.8	1.8	2.2
Bodem dekseldoos met dicht gevouwen kratzak	2.0	2.5	2.2	2.4	2.8	3.0

Tabel B. Kwaliteitsaspect snijvlak verkleuring van witlof bewaart bij 12 °C en 4 °C in verschillende verpakkingen. Het kleinste significante verschil is 0,4.

Verpakking	12 °C			4 °C		
	7 dagen	14 dagen	17 dagen	14 dagen	20 dagen	27 dagen
MA-doos type I	1.8	2.9	4.4	0.6	2.4	3.0
MA-doos type II	2.1	4.1	4.6	1.0	2.6	3.0
Bodem dekseldoos met dicht gesealde kratzak	1.7	3.4	4.0	0.7	2.5	2.9
Bodem dekseldoos met dicht gevouwen kratzak	2.1	4.7	4.9	1.2	2.9	3.4

Tabel C. Kwaliteitsaspect pitgroei van witlof bewaart bij 12 °C en 4 °C in verschillende verpakkingen. Het kleinste significante verschil is 0,5.

Verpakking	12 °C			4 °C		
	7 dagen	14 dagen	17 dagen	14 dagen	20 dagen	27 dagen
MA-doos type I	0.0	0.3	1.3	0.3	0.0	1.2
MA-doos type II	0.0	0.7	5.2	0.8	0.2	2.7
Bodem dekseldoos met dicht gesealde kratzak	0.7	2.0	2.3	0.0	2.3	2.3
Bodem dekseldoos met dicht gevouwen kratzak	0.3	4.7	0.7	2.7	1.3	1.7

Tabel D. Kwaliteitsaspect rot (aantal per 5 kg) van witlof bewaart bij 12 °C en 4 °C in verschillende verpakkingen. Het kleinste significante verschil is 3,1.

Verpakking	12 °C			4 °C		
	7 dagen	14 dagen	17 dagen	14 dagen	20 dagen	27 dagen
MA-doos type I	0.0	0.7	2.3	0.7	0.3	1.3
MA-doos type II	0.3	1.3	3.0	1.3	1.0	1.3
Bodem dekseldoos met dicht gesealde kratzak	0.7	0.7	2.0	0.0	1.0	1.7
Bodem dekseldoos met dicht gevouwen kratzak	0.7	2.7	3.0	2.0	1.7	2.0

Tabel E. Totaalkwaliteit van witlof bewaart bij 12 °C en 4 °C in verschillende verpakkingen. Het kleinste significante verschil is 1,0.

Resultaten van het tweede experiment.

Verpakking	12 °C			4 °C		
	5 dagen	8 dagen	12 dagen	8 dagen	14 dagen	20 dagen
Bodem dekseldoos	1.3	1.5	2.5	1.6	2.2	2.3
Bodem dekseldoos met dicht gevouwen kratzak	0.7	0.9	1.9	1.4	1.2	2.1
MA-doos	0.5	1.1	1.5	0.9	1.2	0.9

Tabel F. Kwaliteitsaspect rand van witlof bewaart bij 12 °C en 4 °C in verschillende verpakkingen. Het kleinste significante verschil is 0,7.

Verpakking	12 °C			4 °C		
	5 dagen	8 dagen	12 dagen	8 dagen	14 dagen	20 dagen
Bodem dekseldoos	3.4	3.2	3.5	3.3	3.7	3.8
Bodem dekseldoos met dicht gevouwen kratzak	3.3	3.1	3.3	3.1	3.6	3.5
MA-doos	2.9	2.9	3.1	3.0	3.6	3.1

Tabel G. Kwaliteitsaspect snijvlak verkleuring van witlof bewaart bij 12 °C en 4 °C in verschillende verpakkingen. Het kleinste significante verschil is 0,4.

Verpakking	12 °C			4 °C		
	5 dagen	8 dagen	12 dagen	8 dagen	14 dagen	20 dagen
Bodem dekseldoos	1.0	1.6	2.2	1.8	2.1	2.8
Bodem dekseldoos met dicht gevouwen kratzak	0.2	0.3	0.2	0.6	0.4	0.1
MA-doos	0.1	0.3	0.1	0.2	0.1	0.1

Tabel H. Kwaliteitsaspect roodverkleuring van witlof bewaart bij 12 °C en 4 °C in verschillende verpakkingen. Het kleinste significante verschil is 0,5.

Verpakking	12 °C			4 °C		
	5 dagen	8 dagen	12 dagen	8 dagen	14 dagen	20 dagen
Bodem dekseldoos	3.2	4.1	4.3	3.2	3.6	4.0
Bodem dekseldoos met dicht gevouwen kratzak	3.3	4.4	4.6	3.2	3.6	3.9
MA-doos	3.3	3.4	4.0	2.9	3.1	3.9

Tabel I. Kwaliteitsaspect pitgroei van witlof bewaart bij 12 °C en 4 °C in verschillende verpakkingen. Het kleinste significante verschil is 0,5.

Verpakking	12 °C			4 °C		
	5 dagen	8 dagen	12 dagen	8 dagen	14 dagen	20 dagen
Bodem dekseldoos	0.7	2.7	1.7	0.7	3.7	10.7
Bodem dekseldoos met dicht gevouwen kratzak	2.3	1.3	11.0	2.0	3.0	11.3
MA-doos	1.3	2.0	4.5	0.5	1.3	4.5

Tabel J. Kwaliteitsaspect rot (aantal per 5 kg) van witlof bewaart bij 12 °C en 4 °C in verschillende verpakkingen. Het kleinste significante verschil is 5,4.

Verpakking	12 °C			4 °C		
	5 dagen	8 dagen	12 dagen	8 dagen	14 dagen	20 dagen
Bodem dekseldoos	0.3	1.3	3.7	0.7	2.3	3.7
Bodem dekseldoos met dicht gevouwen kratzak	0.7	1.0	1.0	0.0	1.3	2.3
MA-doos	0.0	0.7	1.0	0.0	0.7	1.0

Tabel K. Totaalkwaliteit van witlof bewaart bij 12 °C en 4 °C in verschillende verpakkingen. Het kleinste significante verschil is 0,5.

7. Opmerkingen Kappa.

Enkele opmerkingen over het onderzoek die niet in het “openbare stuk” passen.

Aan de hand van bekende gegevens van de activiteit van witlof zijn de gewenste lekken berekend voor de 10 kg verpakkingen. Dit in combinatie met de kennis over lek van MA dozen resulteerde in de selectie van twee MA-doen voor het eerste experiment. Type I is een doos zonder slids, type II is een MA-doos met op de vier hoeken 5 slids van 20 mm. De voorspelde lekken staan weergegeven in tabel I. In deze tabel staan ook de gemeten lekken van deze dozen.

Doostype	Voorspelt lek	Gemeten lek
MA-doos type I	10 ml/min.bar	6,9 ml/min.bar
MA-doos type II	15 ml/min.bar	12,7 ml/min.bar

Tabel I. Vergelijking voorspelt en gemeten lek van de gekozen MA-doen.

In tabel II staan de berekende en de gemeten gasconcentraties in de beide doos typen.

Temp	Doostype	Berekende gasconcentratie		Gemeten gasconcentratie	
		O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂
12 °C	MA-doos type I	6,9	13,9	6,4	14,1
	MA-doos type II	11,5	9,2	13,0	9,4
4 °C	MA-doos type I	14,7	6,1	15,1	6,6
	MA-doos type II	16,6	4,1	18,0	4,5

Tabel II. Gasconcentraties in de verpakkingen, berekend aan de hand van de voorspelde en de gemeten gasconcentraties.

De MA-doos die is gebruikt in de praktijk proef was een type II doos waarvan de helft van de slids was afgeplakt. Op deze manier werd een MA-doos gecreëerd die voor wat betreft eigenschappen tussen type I en II inzat.

Voor wat betreft de temperatuur waarbij de doos kan worden gebruikt is dit tussen de 4 °C en 18 °C. Bij deze laatste temperatuur moet de verblijf bij deze temperatuur tot het minimum worden beperkt. Bij deze temperatuur neemt de houdbaarheid van de witlof ook in een MA-doos bijzonder snel af.

De afmetingen van de doos waren aan de ruime kant, vooral de hoogte van 14 cm was erg ruim. Door deze hoogte was er een extra vrij volume in de doos van ongeveer 5 liter. Dit vrij volume heeft tot gevolg dat de opbouw van de MA-condities langer duurt. Opvullen van het vrij volume met extra witlof is niet gedaan omdat dit extra handeling van het witlof zou betekenen wat ongunstig is voor de kwaliteit.

Wat betreft zichtbaarheid van het product kan er nog voor allerlei strategieën worden gekozen:

- Afdekvel in de doos,
- ondoorzichtige folie,
- doos afdekken met extra deksel,
- bovenkant pallet afdekken met pallet deksel.

Deze keuzes kunnen gemaakt worden in overleg met de klant. Het heeft allemaal geen effect op de MA-condities. Een extra mogelijkheid van het afdekvel in de doos is het vast leggen van het witlof om mogelijke transport schade te voorkomen.

Als er door aanpassing van het doosontwerp een betere afkoeling wordt gerealiseerd zal het voor deel van de MA-doos nog toenemen.